

### ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD EN MEXICO

Guadalupe Williams-Linera, Gonzalo Halffter y Exequiel Ezcurra

#### RESUMEN

Por sobreponerse en territorio mexicano faunas y floras correspondientes a dos regiones biogeográficas, por ser un país tropical montañoso lo que determina condiciones ambientales muy variadas-, y por el elevado número de endemismos, México ocupa el tercer lugar entre los países con mayor diversidad biológica. Es el primero por su fauna de reptiles (717 especies), el segundo en mamíferos (449 especies), el cuarto en anfibios (282 especies) y fanerógamas (ñ 25 000 especies). El 32% de la fauna nacional de vertebrados es endémica de México, y el 52% lo comparte únicamente con Mesoamérica. Por todas estas razones, cualquier pérdida o reducción de la riqueza de especies de México, es no sólo una disminución de la riqueza nacional, sino también una verdadera y gran pérdida para el patrimonio natural de la humanidad.

En los últimos años se han hecho una serie de estudios (y reuniones) para recopilar lo que se sabe sobre diversidad (riqueza de especies) de los principales grupos de plantas y animales. Actualmente siguen trabajando en el tema distintos especialistas, centros e instituciones, así como asociaciones ecologistas y conservacionistas, tanto nacionales como extranjeras. Consideramos que para rebasar la etapa enunciativa en torno a la problemática de la biodiversidad es necesario desarrollar nuevas líneas de investigación. Por ejemplo, parámetros para diagnosticar y comparar la biodiversidad en distintas comunidades, así como una precisión geográfica de las áreas con mayor número de endemismos.

La comprensión clara de las particularidades de las tres manifestaciones de la diversidad a nivel específico o supraespecífico: (diversidad de especies), á (heterogeneidad ecológica) y (heterogeneidad biogeográfica), así como la importancia de los endemismos, permitirá establecer prioridades para la selección de futuras áreas de conservación. En la parte Biodiversidad o Endemismos se señalan una serie de prioridades de conservación: áreas de alta diversidad, áreas de alto endemismo, ecosistemas ricos en especies de baja tolerancia ambiental, áreas en las que existen especies demográficamente raras y áreas donde existen una o varias especies excepcionalmente interesantes. Considerando que aún en las mejores circunstancias esta estrategia no es suficiente para conservar una parte importante de la biodiversidad, proponemos una serie de medidas complementarias: protección de "parches" restantes de vegetación natural (es indispensable saber más sobre conservación de la biodiversidad y tamaño de áreas), conservación ex situ, protección de especies en ecosistemas perturbados, etc.

Es indudable que las reservas de la biosfera y la "modalidad mexicana" que incorpora centros de investigación a su gestión, ofrece una gran oportunidad para combinar estas distintas estrategias de conservación.

Una conclusión resulta evidente: no es posible esperar a reunir toda la información para implementar una estrategia para conservar la biodiversidad, pero tampoco

es posible dejar de buscar esta información.

## COMENTARIOS

La situación biogeográfica excepcional de México como zona de transición entre dos grandes regiones (neártica y neotropical) es la razón primaria de su riqueza conservada y multiplicada por el hecho de que la situación del país en la franja intertropical y su pronunciada orografía determinan una gran diversidad de condiciones ambientales, biogeográficamente México es único, ya que los elementos correspondientes a las dos grandes regiones se superponen y entrelazan. Otros contactos entre regiones biogeográficas con historia y composición distintas están ocupados por una zona de substracción: el Sahara, entre las regiones Paleárticas y Etiopía; un mosaico de islas, entre las regiones oriental y australiana. Ambos casos son menos favorables para la superposición de especies que las variadas condiciones de México.

En México, muchos grupos tanto de plantas como de animales se han diversificado, lo que hace que haya ecosistemas con elevado número de endemismos, razón que contribuye a la excepcional riqueza biológica del país.

Al ritmo que se están destruyendo los ecosistemas de la Tierra, se calcula que aproximadamente la mitad de todas las especies presentes en el planeta desaparecerán durante el próximo siglo (May, 1989).

La evolución biológica tardó aproximadamente 100 millones de años en producir a través de los mecanismos normales de especiación, el mismo número de especies. Es decir, la velocidad a la cual se están actualmente extinguiendo especies es de alrededor de un millón de veces más rápida que la tasa a la cual se producen nuevas especies por medio de la evolución.

En resumen, estamos presenciando una de las catástrofes biológicas más grandes por las que haya pasado la biosfera desde la aparición de la vida sobre el planeta, y la escala de tiempo a la cual se dan los procesos evolutivos excluye absolutamente la posibilidad de que las extinciones masivas generadas por la actividad humana sean compensadas por la evolución de nuevas especies.

Hay pocas dudas de que de todas las modificaciones del ambiente físico y biótico que conocemos como "cambio global" la que más consecuencias va a tener a mediano y largo plazo es la extinción masiva de especies. Este es el gran pasivo del siglo XX.

La conservación de la diversidad biológica del planeta es un problema de la más alta prioridad y de la más grave urgencia. El estudio de las distribuciones de especies, de relaciones especie-área, y en general los estudios a escala geográfica sobre patrones de diversidad y de rareza biológica, aparecen como enfoques de gran importancia dentro del inmenso reto que representa conservar las especies de la Tierra. Necesitamos, de la manera más urgente, aprender a compatibilizar las necesidades crecientes de las poblaciones humanas con la necesidad de conservar los hábitats más amenazados, y usar en forma adecuada y sostenida los hábitats explotables. De otra manera, las futuras generaciones jamás entenderán cómo pudimos heredarles un patrimonio cultural tan vasto y un patrimonio natural tan degradado.

Sin embargo, en el diseño de cualquier estrategia debemos estar plenamente conscientes de que la

conservación de la biodiversidad no depende única (ni primordialmente) de estudios biológicos. La biodiversidad se pierde como resultado de la situación económica y social, con una profunda influencia de las prácticas culturales de cada país, así como de sus políticas económicas y de desarrollo, muy en especial de aquellas dirigidas a los sectores agropecuario y forestal. Depende también de las tendencias del financiamiento externo e interno, y de elementos como la deuda externa. Es imposible separar el futuro de la biodiversidad del desarrollo a escala global de los complejos problemas del mundo, los que generalmente no entran en las especulaciones del biólogo. "Cómo dejar de lado fenómenos culturales como la posición tradicional latinoamericana (marcadísima en México) ante las selvas: "obstáculos para el desarrollo" o, en el mejor de los casos, "minas" que pueden dar uno o dos productos y que deben explotarse con el menor costo, en el menor tiempo?.

Por otra parte, en el problema de la conservación influyen situaciones socio-culturales como la seria insuficiencia de medios para la investigación o el severo desfase entre la capacidad de investigación y la de llevar a la práctica los resultados obtenidos (transferencia tecnológica).

Todo lo anterior nos señala que al mismo tiempo que preparamos una estrategia para conservar la biodiversidad y que ponemos en ejecución medidas urgentes, es necesario profundizar en el conocimiento de los factores que la afectan: ecológicos y biológicos en general, pero también económicos, políticos y sociales. No es posible una posición en la cual se reclame tiempo para reunir la información necesaria para elaborar la estrategia, pero tampoco es posible dejar de buscar esta información. La única esperanza para conservar una parte significativa de la actual biodiversidad en países como México, está en que los mexicanos responsables de la política nacional, acepten que se trata de algo esencial y en crisis y que como tal debe enfrentarse: adoptando medidas de inmediato y reuniendo con el mayor esfuerzo económico y humano, la información indispensable para ir perfeccionando o corrigiendo las medidas adoptadas. Lo peor que se puede hacer en las condiciones actuales es no actuar.

## BIODIVERSIDAD O ENDEMISMOS

Para establecer una estrategia resulta muy importante distinguir entre biodiversidad y endemismos. En gran parte del discurso ecologista e incluso en algunas reuniones y propuestas de investigadores, ambos conceptos se sobreponen y confunden. Si no se indica lo contrario, la mayor parte de los autores se refieren a la biodiversidad, o sea al número de organismos distintos (especies) que se encuentra en un lugar o región dadas. Esta riqueza es independiente de que éstas especies tengan, o no, una muy amplia distribución y se encuentren también en otros lugares. Las selvas húmedas de México tienen una alta diversidad independientemente de que una buena parte de los biota que comprenden se encuentren también en otras selvas de Mesoamérica, o subespecies próximas existan en Sudamérica.

La endemidad es algo muy distinto. Corresponde a taxa que se encuentran sólo, únicamente, en un lugar, región o país, según la unidad territorial en que basemos nuestro análisis. Su pérdida equivale a extinción. No hay nada equivalente en ningún otro lugar.

En México tenemos ecosistemas o áreas con muy alta diversidad y otros con muchos endemismos. No forzosa, ni generalmente, coinciden los valores altos de ambos parámetros. Por ejemplo, en las islas oceánicas se presentan muchos endemismos, siendo la

biodiversidad mediana o baja. Por el contrario, en el caso ya mencionado de las selvas de México, el número de endemismos es bajo y la diversidad muy alta. Para una estrategia nacional, la conservación o protección de lo que queda de nuestras selvas húmedas (no más del 2% de la superficie original) es muy importante, aunque sean bajas en endemismos y semejantes a las selvas que se encuentran más al sur y por lo tanto mucho menos importantes para una estrategia global. Por el contrario, tomando en cuenta la riqueza en endemismos, la vertiente del Pacífico tiene más importancia que la del Golfo, y las montañas y las zonas áridas, especialmente aquellas aisladas como Tehuacán, son más importantes que las selvas (Toledo, 1988; Flores y Gerez, 1988).

Cinco por ciento del total mundial de plantas fanerógamas es endémico de México, es decir no existen más que en nuestro país (Rzedowski, Simposio sobre Biodiversidad, Xalapa, Veracruz, México XII-1990). Comparando esta cifra con la de otras áreas continentales, la riqueza en endemismos de fanerógamas de México sólo es superada por Sudáfrica. En ello interviene el que aquí entran en contacto (o se sobreponen) dos regiones biogeográficas, y una topografía y climas muy variados. También influye la forma de península de Norteamérica que tiene buena parte del territorio nacional, hasta el Istmo de Tehuantepec. Estas penínsulas de grandes masas continentales que entran en zonas climáticas diferentes a la de la masa (México, Sudafrica, India) acumulan gran cantidad de endemismos (Rzedowski, loc. cit.).

Simplificando al máximo la compleja historia biogeográfica de México, las plantas que ocupan los lugares fríos, templados y los pastizales secos son básicamente de origen septentrional, mientras que las selvas (húmedas a deciduas) son de origen meso y sudamericano, y en el caso de la selva húmeda de expansión realmente muy reciente (posiblemente unos 15 a 20 mil años). Esto explica que la flora asociada a condiciones de aridez tenga una historia evolutiva más larga en el territorio nacional. México ha sido centro de evolución de muchos de estos elementos y ésta es una de las razones para el elevado número de endemismos que hay en el territorio nacional.

## AREAS PRIORITARIAS

Señalamos algunos de los tipos de áreas que prioritariamente debe proteger una estrategia de conservación de la biodiversidad y de los endemismos.

- a) Areas de alta diversidad ("puntos calientes" o "hotspots"), donde la riqueza de especies es muy alta, como, por ejemplo, las selvas húmedas a deciduas o los arrecifes de coral. La gran riqueza en especies (diversidad) no forzosamente implica que existan grandes diferencias entre distintos sitios del mismo ecosistema (diversidad  $\alpha$ ). Sin embargo, esto también puede ocurrir como resultado del efecto de mosaico en el interior del ecosistema, que incluye la coexistencia de áreas de distinto grado de madurez sucesional, generando parches de distinta conformación específica e incrementando la diversidad  $\alpha$ .
- b) Areas de alto endemismo, donde la cantidad de especies endémicas (o biogeográficamente raras) es inusualmente alta, como, por ejemplo el matorral Tamaulipeco, las selvas bajas de la Mixteca o el bosque mesófilo de montaña en Chiapas.
- c) Ecosistemas ricos en especies de baja tolerancia ambiental: Comunidades o hábitats con condiciones ambientales muy particulares, en los que existe un gran número de especies estenoecas, es decir, adaptadas a las características muy particulares de ese hábitat (rareza ecológica). Ejemplos de esta categoría

son las comunidades gipsófilas de Cuatrociénagas, Coahuila, los oasis del desierto sonoreño y Baja Californiano, las especies de zonas intermareas o de baja profundidad (manglares y arrecifes coralinos), y la vegetación y la fauna de alta montaña, así como la fauna de cuevas, cenotes y cavernas.

d) Áreas en las que existan especies demográficamente raras, aunque globalmente la mayor parte de las especies sean relativamente comunes. Ejemplo de este tipo de áreas lo forman los bordes de ecosistemas agrícolas y los terrenos perturbados de la Sierra de Manantlán, Jalisco, donde se encuentra el teosinte perenne (*Zea diploperennis*).

e) Áreas donde existen una o varias especies excepcionalmente interesantes (la tortuga gigante de Mapimí) o muy representativas de ecosistemas que han sido perturbados en otros lugares (aves y grandes mamíferos en los bosques de pino-encino de la Reserva de La Michilía, Durango).

Un área protegida ideal puede incluir, si su extensión es suficientemente grande, más de uno de los elementos anteriores. Su conservación será más fácil si a las consideraciones asociadas con la biodiversidad se unen otras, como ser área captadora de agua o las facilidades para la investigación científica.

## RESERVAS DE LA BIOSFERA

El objetivo de este estudio no es examinar las distintas modalidades de área protegida, sus ventajas e inconvenientes. Nos referiremos brevemente a las reservas de la biosfera porque este tipo de área protegida permite combinar varias de las áreas y propósitos antes señalados, porque su estructura y funcionamiento se presta a una complementariedad de objetivos muy de acuerdo con las necesidades de un país como México, y porque en México se han iniciado y desarrollado varias de las facetas actuales de este tipo de área protegida, ahora adoptadas en el planteamiento mundial hecho por UNESCO.

En México se comenzó (1975) con las reservas de la biosfera al mismo tiempo que se iniciaba la red mundial. Nuestras reservas de la biosfera se han creado, desarrollado y mantenido dentro de lo que Halffter (1984, 1988a y b) denominó la "modalidad mexicana". La concepción y el nombre han tenido buena aceptación, tanto en el desarrollo de las áreas protegidas de México como en el de la política y legislación conservacionistas nacionales. El concepto ha tenido también una importante repercusión internacional; en muchos países la modalidad mexicana ha influido en la idea de lo que debe ser una reserva de la biosfera y en la estrategia misma de conservación (la literatura especializada reúne más de 300 citas a la Reserva de Mapimí). Los trabajos hechos en México también han modificado y ampliado la idea original promovida por el Programa MAB de UNESCO.

La "modalidad mexicana" consiste (véase Halffter 1984a, 1984b, Halffter et al. 1980, y muy especialmente Halffter 1988 a y b) en incorporar a la conservación de la biodiversidad, así como a la investigación científica relacionada con ella, cuatro nuevos objetivos:

1 Lograr la participación de poblaciones e instituciones locales en la tarea común de conservar el germoplasma.

2 Incorporar la problemática ecológica y socioeconómica regional a los trabajos de investigación de la reserva.

3 Otorgar a cada una de las reservas una relativa independencia de gestión, buscando que las más altas autoridades federales involucren en ella a instituciones de investigación con una presencia continua en el lugar.

4 Considerar a las reservas (así como a los parques nacionales y otras áreas protegidas) como elementos integrantes de una estrategia global de conservación.

En cierta manera se busca que la idea de conservación no sea totalmente equivalente a la de protección, aunque mantenga los objetivos de esta última. Se pretende que una reserva de la biosfera no sea una isla aislada de su entorno. Al incorporar a las poblaciones locales y su problemática en los trabajos de la reserva, se reconoce que no es posible conservar a largo plazo contra los intereses humanos regionales, que de alguna o de varias maneras las reservas deben interactuar con las personas que viven dentro de ella o en su entorno, para beneficio de todos. La modalidad mexicana es un intento, en cierta forma experimental, por conciliar conservación de la biodiversidad con desarrollo regional.

La importancia que se da a la investigación responde no sólo a la idea de "conocer para conservar", sino también a un nuevo planteamiento "conservar para conocer". Es evidente que si no tenemos áreas protegidas que cumplan sus objetivos a largo plazo, muchos problemas ecológicos y biológicos importantes no van a poder ser estudiados.

Por supuesto que una reserva de la biosfera no podrá cumplir los distintos objetivos que se le asignan, si no tiene una extensión suficiente que permita una zonificación adecuada en área (s) núcleo, áreas de amortiguamiento y zona de influencia. Aunque la conservación de la biodiversidad sigue siendo la razón fundamental de las reservas de la biosfera, al moverse del concepto limitado de área protegida al más dinámico de área multifuncional, surge la posibilidad (y la necesidad) de combinar varias funciones complementarias en una sólo unidad. Entre ellas destacamos:

- a) Integración de grupos de trabajo con un fuerte arraigo y compromiso local. La presencia de los investigadores en el campo, su interacción y su convivencia con los pobladores locales, han logrado que las comunidades campesinas vayan comprendiendo y aceptando los objetivos conservacionistas, y que los vayan asumiendo como una preocupación propia. Recientemente, otros tipos de agrupaciones ecologistas de índole no académica han desarrollado programas con esta misma estrategia, en algunos casos con buen éxito.
- b) Beneficios concretos para las poblaciones locales a partir del proyecto de conservación. Desde el inicio ésta fué una meta de las reservas de Mapimí y la Michilía (Durango). La misma tendencia se ha seguido con éxito en las reservas de Manantlán y El Cielo (Jalisco y Tamaulipas). Una parte de los programas de investigación está destinada a resolver problemas concretos de los habitantes de la reserva y de su área de influencia. Es un planteamiento totalmente distinto al original de los parques nacionales. En las reservas de la biosfera que siguen la modalidad mexicana, se busca asociar conservación e investigación básica a investigación aplicada y desarrollo sostenible. Siguiendo esta filosofía, en la Reserva de Mapimí el Instituto de Ecología (en colaboración con el ORSTOM francés) lleva varios años trabajando en un estudio de las interacciones agua-suelo-vegetación que además de generar información básica de primera importancia, ha permitido una serie de recomendaciones destinadas a hacer más eficaz la ganadería extensiva en condiciones de aridez, principal actividad económica en muchos miles de kilómetros cuadrados del norte de México.

La modalidad mexicana ha planteado la idea de que para asegurar el éxito a largo plazo de un programa de conservación, es necesario que las poblaciones

locales mejoren su calidad de vida a medida que se desarrolla el proyecto. Los únicos y mejores guardianes de un programa conservacionista son los mismos

pobladores, siempre y cuando estén convencidos de que la conservación de los recursos bióticos regionales, de la biodiversidad, redundará en su beneficio.

En esos casos, los pobladores se convierten en aliados. La práctica ha demostrado que en el largo plazo ésta es la única alternativa viable. c) Investigación

científica y formación del más alto nivel. Los proyectos de investigación científica alrededor de las reservas y áreas protegidas han servido para apuntalar los

dos objetivos anteriores. Por un lado, aseguran la permanencia de los investigadores en el campo y su interacción con los pobladores de la región. Por el

otro, ofrecen nuevas alternativas para mejorar el nivel económico y, en general, de vida de las comunidades locales. La presencia continua de los

investigadores provee a las comunidades locales de asesoría en aspectos como cuidado veterinario, manejo de cultivos y de animales domésticos, normas

sanitarias y muchos otros. Pero, por sobre todo, la investigación científica en las áreas protegidas genera la información básica necesaria para manejar las

reservas, y para tomar decisiones sobre las mejores alternativas para la conservación de los recursos bióticos en la región, al mismo tiempo contribuye a

buscar alternativas en vistas al desarrollo sostenible. La investigación para la conservación no es la única que se realiza en las reservas de la biosfera, pero si

es una actividad importante de los centros de investigación involucrados, que buscan así contribuir a crear la tecnología de la conservación que nos es tan

necesaria.

Hemos insistido en varias de las características de las reservas de la biosfera, porque esta modalidad de área protegida puede permitir una acción en un

escenario tan complejo como el mexicano y muy posiblemente en otros países iberoamericanos. La fuerte presión demográfica, las condiciones de crisis del

campo mexicano, la situación económica, incluso el complicado sistema de leyes y costumbres, no favorecen en México la creación de parques nacionales

según el modelo tradicional. En nuestro país, el Estado tiene en propiedad una parte realmente pequeña del territorio nacional, en contraste con la que posee

en otros países como los Estados Unidos de América. A pesar de la excelente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, otros

documentos legales parecen diseñados para tratar con un territorio infinito, cubierto de recursos bióticos prístinos. Por el momento, las reservas de la biosfera

al involucrar a las poblaciones locales y a la problemática socioeconómica regional, son una alternativa que puede ser exitosa, incluso en lugares con una

cierta presión demográfica.

#### SEMINARIO XALAPA, DICIEMBRE, 1990.

En la comunidad académica mexicana existe un genuino interés por la conservación de la biodiversidad, como ha quedado en evidencia en tres seminarios

recientes: Xalapa (mayo 1987), Oaxtepec (octubre 1988) y Xalapa (diciembre 1990).

La primera reunión (Xalapa, 1987) tuvo como objetivo identificar las áreas biológicamente importantes para ser protegidas y definir las estrategias que

permitirían abordar la problemática de la conservación y el manejo racional de la diversidad biológica.

Para cumplir con estos objetivos, se invitaron a

especialistas mexicanos que representaran a todos los grandes taxa y a las diferentes regiones del país (Ramos, 1987).

En esta reunión, la discusión se organizó alrededor de una serie de criterios entre los que se incluían: 1) diversidad de especies: número, frecuencia y densidad, 2) presencia de endemismos: porcentaje, taxa, distribución, refugios, 3) presencia de especies raras, amenazadas, en peligro, aves migratorias, 4) diversidad de ecosistemas: tipos de vegetación, número de hábitats, de comunidades y de poblaciones, 5) singularidad y representatividad a nivel mundial y nacional, 6) presión antropogénica: uso y abuso del agua, la tierra y las especies, tenencia de la tierra, velocidad de transformación, turismo, cinegética y tráfico de especies y 7) superficie: tamaño que garantice la estabilidad y la permanencia de la diversidad biológica. De esta reunión surgió un documento no publicado, compilado por el Dr. Mario Ramos (WWF), donde se presenta información detallada, por estado, de 198 áreas biológicamente importantes para la conservación. Además, se argumentan las razones que impiden que las áreas protegidas del país cumplan adecuadamente su función de preservar la diversidad biológica nacional (Ramos, 1987).

El enfoque de la segunda reunión (Oaxtepec, 1988) fue distinto. El objetivo fue evaluar el conocimiento de la diversidad biológica en México. Las ponencias se enfocaron principalmente en la diversidad biológica de organismos particulares de diversos taxa, aunque también se presentaron temas sobre la historia geológica y la diversidad climática de México y la reducción de hábitats naturales. A partir de esta segunda reunión, se acordó publicar un libro, editado por T. P. Ramamoorthy y R. Bye, el cual está en proceso de publicación.

Durante la tercera reunión (Xalapa, 1990) las ponencias se concentraron en definir la biodiversidad y relacionarla con las políticas de desarrollo, la conservación, la restauración ecológica y la ecología del paisaje.

Una y otra vez ha resaltado la necesidad de tomar medidas urgentes, pero al mismo tiempo integradas en una política nacional. Por otra parte, es notable la falta de información concreta y exacta. El discurso ecologista es usado en muchas ocasiones por los biólogos y ecólogos profesionales, lo cual lleva a planteamientos entusiastas, pero a veces simples y quizá ingenuos, para algo que en realidad es muy complejo. En el Seminario de Xalapa los autores encontramos que existe incluso un buen grado de confusión conceptual, por ejemplo al hablar indistintamente de biodiversidad y endemismos, dos medidas de la riqueza biológica que no sólo son distintas, sino que pueden necesitar de acciones de conservación muy diferentes.

El Seminario Biodiversidad en México: Conservación de las Selvas en Mesoamérica, realizado en Xalapa, en diciembre de 1990, fue organizado por el Instituto de Ecología y el Centro de Ecología-UNAM, con el copatrocinio de SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología), CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y de la Asociación Interciencia. A lo largo de cuatro días de conferencias y discusiones, hubo un consenso general en los puntos siguientes:

1 Sobre varios grupos de biotas existe la información para sentar las bases de una política de conservación de la biodiversidad biológica (ver en este mismo documento). Pero aún cuando existe esta información, está dispersa en trabajos taxonómicos, biogeográficos y ecológicos. Es necesario agruparla (por lo menos para los grupos más importantes o representativos), siguiendo normas que faciliten la rápida consulta. De aquí la importancia de las floras, y de las síntesis regionales o incluso puntuales de fauna. Especial interés reviste poner



esta información en un sistema computarizado que facilite su rápida consulta (este sistema existe en el Instituto de Ecología para Flora de Veracruz).

2 Las áreas donde existen reservas de la biosfera se han seleccionado, aparte de las razones coyunturales, por ser representativas de los ecosistemas más importantes del país (en Washington, el programa Smithsonian-MAB para estudio de la biodiversidad de América Latina ha comenzado sus inventarios con las reservas de Perú, Bolivia y Puerto Rico). Aunque las reservas de la biosfera indudablemente están destinadas a conservar la biodiversidad de ecosistemas importantes, no forzosamente responden a una selección de los lugares de mayor diversidad. Por otra parte, aunque todas las reservas existentes buscan proteger endemismos importantes, hay áreas con muy elevada proporción de endemismo que carecen de cualquier tipo de protección. Sin descuidar las áreas ya protegidas, es urgente un trabajo de diagnóstico que señale tanto zonas de alto endemismo, como ecosistemas de elevada diversidad, que carecen de reservas de la biosfera u otra forma de protección eficiente.

3 Ante la tarea urgente de recopilar y poner a servir la información, es preferible apoyar a los grupos ya existentes que crear nuevos. Una tarea que podrán asumir SEDUE y CONACYT es proporcionar los medios y las directrices para lograr que el trabajo que realizan estos grupos se haga en la forma más coordinada y eficiente posible, llenando huecos y completando esfuerzos. Los buenos resultados obtenidos al crear el Consejo de la Flora de México para coordinar las distintas floras que se preparan en el país, deja suponer que este tipo de esfuerzos es rentable.

4 El estudio de la biodiversidad necesita de más taxónomos. En el seminario se habló de un total aproximado para México de 150 biólogos con formación de posgrado o especialidad, de ellos muy pocos son taxónomos. Ante la escasa remuneración y la falta de puestos específicos en facultades y escuelas se ha descuidado y devaluado la formación de taxónomos. Este es un fenómeno mundial, cuyas consecuencias se dejan sentir ahora, al crecer el interés por la biodiversidad.

5 La toma de decisiones necesita de asesoramiento rápido y veraz. Esto puede lograrse en parte, apoyando los bancos de datos ya existentes y buscando su complementariedad e interacción.

6 A los ejercicios destinados a buscar formas de conservar la biodiversidad, es necesario incorporar economistas y sociólogos, ya que la destrucción de la diversidad biológica obedece a presiones económicas, demográficas y culturales.

7 Diversos participantes en el seminario expusieron una seria preocupación por la escasez de personal administrativo y de gestión bien preparado en el campo del manejo de los recursos naturales y conservación de la naturaleza.

A las anteriores consideraciones repetidas varias veces por los participantes al seminario, quisiéramos añadir algunas más nuestras:

8 Ante el interés y presión internacionales en relación al medio ambiente, es absolutamente necesario formular una estrategia nacional. Por ejemplo, las grandes inversiones o préstamos de los bancos internacionales están requiriendo estudios ecológicos previos. "Reflejan las recomendaciones incluídas en estos estudios una política nacional para proteger nuestra biodiversidad y nuestros endemismos, o simplemente adoptamos en forma acrítica normas externas?"

9 En nuestra época, con una modificación profunda y acelerada de los ecosistemas naturales que quedan, no podemos depender únicamente de las áreas protegidas para conservar el germoplasma. Hay que encontrar la forma de conservar plantas y

animales interesantes en ecosistemas parcialmente

modificados. Para ello una primera etapa de estudios estará destinada a conocer como afecta la reducción de área y la fragmentación del hábitat

natural a la sobrevivencia de distintas especies clave, y así determinar como afectan al conjunto de la biodiversidad.

10 Es indispensable desarrollar la ecología de la conservación. En todo el mundo hay pocos investigadores dedicados a esta problemática, pero en

México su número es especialmente reducido. Se sabe muy poco de problemas tan importantes como área mínima necesaria para conservar a

mediano y largo plazo la biodiversidad de un determinado ecosistema (esta área puede variar muchísimo según el ecosistema de que se trate), o para mantener una población viable de una determinada planta o animal.

11 Uno de los campos donde la información es más escasa y más urgente corresponde a los ambientes acuáticos terrestres, muy seriamente

amenazados por la contaminación urbana e industrial y de cuya ecología se sabe poco.

12 Dentro de una política general de protección a la naturaleza, pueden obtenerse resultados inmediatos y a bajo costo, apoyando a los centros que

están trabajando bien en reservas de la biosfera. Este apoyo deberá ser tanto económico, como político. Estos centros son: Instituto de Ecología

reservas Mapimí y La Michilía; Universidad Autónoma de Tamaulipas reserva El Cielo; Universidad de Guadalajara reserva Sierra de Manantlán;

Centro de Investigaciones de Quintana Roo reserva Sian Ka'an; Instituto de Ciencias Naturales de Chiapas reserva El Triunfo.

Es conveniente involucrar otros centros a áreas establecidas o en gestación, como serían: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur Sierra

de la Laguna; Universidad Veracruzana Sierra de Santa Marta; Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. Sierra de San

Pedro Mártir. Con apoyo los centros pueden ser una pieza clave en la política de conservación de la naturaleza.

13 No se han estudiado a fondo los problemas económico- políticos ligados a la conservación de la biodiversidad. No conocemos ningún estudio,

siquiera preliminar, realizado en México. Los trabajos realizados fuera son pocos (véase por ejemplo, Katzman y Cale, 1990) si separamos los que

tienen propuestas o enunciados generales, y todos corresponden a la óptica de los países industrializados que forzosamente es distinta a la nuestra y a

la de otros países en vías de desarrollo: los países industrializados tienen dinero, nosotros tenemos la biodiversidad.

14 Debe promoverse la pronta publicación y amplia difusión de información científica sobre biodiversidad, su estudio y conservación.

15 Debe promoverse el contacto entre especialistas e instituciones para aumentar la capacidad y rapidez de respuesta a problemas concretos.

La diversidad de plantas y animales es patrimonio del país que la contiene y en última instancia de la humanidad, pero "Quién va a pagar el costo de su

conservación? "Qué modelo se va a seguir para hacer compatible esta conservación con el desarrollo?. Conviene asentar claramente que la conservación de

la biodiversidad tiene un costo, el que puede y debe estimarse. Ante la presión creciente para la conservación de la biodiversidad en los países tropicales, una

pregunta válida es "Cómo los costos de esta conservación van a dividirse? "Cómo se va hacer compatible con el desarrollo? no existen respuestas bien

estructuradas a estas dos preguntas. Consideramos que en torno a ellas está el eje de una política nacional de conservación, política muy urgente ante la

reunión de Río-1992.

## EL ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD EN MEXICO

Según el Fondo Mundial para la Vida Silvestre, del 50 al 80% de la diversidad biológica del mundo se encuentra en 6 a 12 países tropicales (Brasil, Colombia, México, Zaire, Madagascar e Indonesia se señalan en primer término). México ocupa el tercer lugar en el mundo (Mittermeier, 1988). México es el país con mayor diversidad de herpetofauna en el mundo (717 especies), es el segundo en diversidad de mamíferos (449 especies), el cuarto en riqueza de anfibios (282 especies) y de fanerógamas (con aproximadamente 25 000 especies) y el décimo en especies de mariposas con alas posteriores bifurcadas, las cuales pueden ser usadas como indicador de diversidad de invertebrados porque están ampliamente distribuidas y son bien conocidas (Conservation International, 1990).

Las causas de la megadiversidad de México guardan relación con dos hechos de gran importancia: el que México se halle en la intersección de dos regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, y que posea una compleja topografía, producto de una intrincada historia geológica (Toledo, 1988).

Desafortunadamente, los países que tienen una mayor porción de la diversidad biológica del mundo, también tienen una fuerte presión sobre su medio ambiente. Buena parte de la diversidad que está en peligro de desaparecer en esta década se encuentra en estos países, los cuales están sufriendo cambios ambientales rápidos y se enfrentan a problemas económicos severos y, en general, a una falta de recursos para desarrollar los amplios programas que se requieren para conservar su diversidad biológica (Mittermeier, 1988).

El análisis de la biodiversidad de México debe considerar los tópicos relacionados con la riqueza y la ecología de las especies, la conservación y restauración ecológica, y el manejo y desarrollo social y económico. A partir de tal análisis se debe proponer el desarrollo de estrategias para: 1) conocer la biodiversidad de México; 2) divulgar el conocimiento científico de la biodiversidad (taxonómico, ecológico, antropológico y económico); 3) establecer prioridades y coordinar iniciativas de conservación y 4) identificar y discutir las fuentes de recursos financieros destinadas a la conservación de la biodiversidad del país.

Si las comunidades fueran entidades fijas y las reservas fueran santuarios inviolables respecto a su biodiversidad, entonces, el paisaje que las rodea podría ser propiamente ignorado. Pero las reservas naturales no existen aisladas, inmersas en un mar de tierras pasivas, la matriz que las rodea puede tener efectos significativos sobre la comunidad que se protege. Por eso, la conservación debe considerarse a nivel de paisaje (Noss y Harris, 1986).

Las listas de especies se han utilizado como un criterio para identificar los hábitats que deben ser conservados. Sin embargo, una aproximación que considere únicamente el número de especies es incompleta. Por ejemplo, para Costa Rica, Janzen (1988) menciona que el bosque tropical seco es menos rico que el bosque lluvioso en número total de especies pero mucho más rico en la variedad de actividades que las especies presentan. En México, los estados con mayor número de especies registradas son Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Sin embargo, los desiertos del norte, con menor número de especies, son ejemplo

de regiones donde se sabe hay altos grados de endemismos de plantas (Flores y Gerez, 1988).

Aunque se deben apoyar los esfuerzos para conocer cuantas especies existen, sólo saber el número de especies no es una manera exacta de estimar la diversidad y puede llevar a conclusiones erróneas sobre la importancia de conservar un sitio en detrimento de otro. Hay ecosistemas que tienen más especies que otros, pero esto no implica que un bioma con mayor número de especies sea más valioso. Es necesario identificar el número de especies pero también su grado de dominancia, su abundancia relativa, las especies raras, la estratificación vertical y los parches horizontales, las formas de vida, la contribución de las especies en los procesos del ecosistema, en la estructura, en la productividad y el ciclaje de nutrientes de la comunidad. Utilizando el símil de Janzen (1988), los bosques tropicales son como libros y bibliotecas. El valor de un libro no se mide por el número de palabras que contiene o aún el número de tipos de palabras... las especies como los libros, tienen poco significado excepto en su contexto.

La escala apropiada para la resolución de las preguntas ecológicas relevantes a la conservación de la biodiversidad de México será, en algunos lugares, la composición específica pero en otros esta escala será irrelevante. Es importante conservar biomas, ecosistemas, riqueza de especies, endemismos, interacciones entre especies y aún plasticidad fenotípica y poblaciones. El enfoque correcto será la conservación de hábitats en los que las interacciones de las especies se mantengan normalmente, desde un punto de vista tanto ecológico como genético y evolutivo.

En México se están haciendo esfuerzos por conocer la biodiversidad con que se cuenta y conservarla. Sin embargo, tenemos el nada honroso tercer lugar en tasas de deforestación en Latinoamérica con 500 000 hectáreas deforestadas anualmente (FAO y UNESCO, citado por Toledo, 1988), aunque este mismo autor estima que la tasa anual de pérdida de vegetación natural es de 1.5 millones de hectáreas. Si resulta válida esta última tasa anual de pérdida de vegetación natural, las 80 millones de hectáreas con áreas sin disturbio que teóricamente existían en la década de los setenta, se verían reducidas a 65 en 1990, 50 en el año 2000 y a 35 en el 2010. Esto significa que el país vería reducida su vegetación natural a un 25% para el año 2000 y a sólo un 17.5% del territorio nacional para el año 2010 (Toledo et al., 1989). Realmente no hay estimaciones, basadas en datos de campo, con exactitud siquiera aproximada.

Lo anterior se refiere tanto a la tasa de deforestación, como a lo que nos queda de ecosistemas naturales arbolados.

Para 1988, se estimó que la superficie total protegida en el país llegaba apenas al 1.6% (Flores y Gerez, 1988) y cabe aclarar que ésta era la superficie declarada en papel como protegida. La situación es aún más dramática, ya que por lo menos la cuarta parte de la extensión decretada se encuentra perturbada (Ramos, 1987; Alcérreca et al., 1988).

En el Anexo 1, se presenta la biodiversidad conocida y estimada a nivel mundial y para México. En el caso de los organismos para lo que no se presentan datos, es posible que la información, aunque tal vez exista, no esté publicada.

## Plantae

La flora de México cuenta con 30000 especies de plantas vasculares (Toledo, 1988) por lo que se le considera en la categoría de las zonas florísticas más

ricas del mundo (Rzedowski, 1978). Una muestra de esta riqueza son, por ejemplo, los pinos y los encinos. La concentración más alta de especies en ambos géneros ocurre en México, con 50 especies de *Pinus* y entre 125 y 150 especies de *Quercus* (Zavala, 1990). Las fanerógamas identificadas de México son aproximadamente 21600 especies en 2410 géneros y 220 familias (Rzedowski, 1988), de las cuales se estima que el 52% de las especies son endémicas (Rzedowski, com. pers.).

Las familias más grandes son *Compositae*, *Leguminosae*, *Graminae* y *Orchidaceae*. En México existen alrededor de 2600 especies de compuestas (10% de las especies del mundo) distribuidas en 314 géneros; se calcula que 583 especies y 24 géneros están amenazados o en peligro de extinción (Turner y Nesom, 1988) y que el 60% de las especies son endémicas a México (Rzedowski, com. pers.).

La familia *Leguminosae* está representada por 1707 especies en 132 géneros; tres géneros y 870 especies son endémicas a México, o sea el 51% (Sousa y Delgado, 1988).

La familia *Poaceae* o *Gramineae* está representada en México por, al menos, 197 géneros y 1127 especies (Beetle, 1987), aunque Dávila (1990) considera que esta cifra, al menos a nivel específico parece ser demasiado conservadora.

Respecto a las orquídeas, se conocen más de 900 especies (Soto y Castillo, 1988), aunque Soto (com. pers.) estima alrededor de 1200 especies de orquídeas.

En el caso de las pteridofitas, se estima que existen entre 1150 y 1250 especies, lo que corresponde a cerca del 37% de las 3 250 especies consideradas para el continente americano. Los estados con mayor riqueza de especies son Oaxaca, Chiapas y Veracruz. Se estima que falta por conocerse el 15% solamente de las pteridofitas de México (Palacios-Rios, 1990).

La brioflora contiene un número estimado de 1200 especies de musgos y 800 de hepáticas y antocerotes. El grado de endemismo específico es desconocido, pero datos preliminares indican un 15%; la cifra es baja si se considera el tamaño y la diversidad ambiental del país (Delgadillo, 1988).

La diversidad de algas para México no se ha publicado. Sin embargo, existen los datos, como lo prueban 19 presentaciones orales y 25 carteles sobre algas en el XI Congreso Mexicano de Botánica (octubre, 1990). El 75% de los trabajos fueron inventarios ficoflorísticos y estudios taxonómicos realizados en ambientes diversos tanto dulceacuícolas como marinos, en los estados con litoral y otros del centro del país.

## Fungi

Respecto a la riqueza micológica de México, Guzmán (1990) calcula que puede llegar a 40000 especies de macromicetos. Los hongos myxomycetes están representados por 172 especies conocidas, a pesar de ser un grupo poco estudiado (Villa Real y Pérez-Moreno, 1988).

## Vertebrados

El número de vertebrados es muy alto y muchos son endémicos. Se cuenta con un total de 2401 especies, de los cuales el 52% son endémicos a

Mesoamérica y 32% al país. Se han señalado un total de 961 aves, 439 mamíferos, 717 reptiles y 284 anfibios (Flores y Gerez, 1988).

Los mamíferos terrestres de México se agrupan en 10 órdenes, 34 familias, 141 géneros y 435 especies, 144 de las cuales son endémicas. El número de

especies representa aproximadamente el 10% del total de las que se conocen actualmente en el mundo (Ramírez-Pulido y Mädespacher, 1988).

El 29.2% de las aves registradas para México son endémicas mesoamericanas y el 7.7% son aves que se encuentran solamente en México. Las proporciones

para los reptiles son: 72.8% endémicos mesoamericanos, 51% endémicos a México y 9.7% son especies de distribución limitada. El 83.4% de los anfibios

presentes en México son especies endémicas de la región mesoamericana, 61% son endémicos a México y 17.9% son de distribución limitadas en el país

(Flores y Gerez, 1988).

En la actualidad se cuenta con inventarios de peces marinos y dulceacuícolas, aunque no se precisa aún el número de especies y grados de endemismo

(Arenas-Fuentes et al., 1988).

## Invertebrados

Estimaciones globales de números de especies de invertebrados no se encuentran disponibles. Existen datos y estimaciones para diversos grupos. Se presenta

a continuación una muestra de la información disponible.

Phylum Arthropoda; Clase Insecta. Un cálculo moderado del número de especies de insectos en México podría situarse en 120000, de ellas es probable que

el 12% sean endémicas (Llorente, 1990). Los órdenes más estudiados incluyen mariposas, principalmente diurnas, coleópteros y dípteros, por lo cual es

posible que estos grupos pudieran utilizarse como indicadores de la biodiversidad de invertebrados de México.

Las mariposas se calculan en cerca de 2500 especies (Toledo, 1988), en cinco familias, mas de 20 subfamilias, alrededor de 50 tribus y poco mas de 400

géneros (Llorente y Martínez, 1988).

En México, para 1984, se conocían cerca de 1300 especies de escarabajos (Scarabaeidae y Melolonthidae) repartidas en 160 géneros distribuidos por todo

el país (Morón, 1984). El orden Coleoptera está constituido por 12000 especies registradas en 120 familias, pero sólo tres familias están razonablemente

estudiadas. En general, es posible estimar un alto grado de endemismo. Por ejemplo, la familia Melolonthidae tiene 4415 especies americanas; en México

está representa por 620 especies que son casi exclusivas del territorio nacional y de éstas 340 son endémicas (Moron, com. pers.). La familia Passalidae está

representada por 84 especies identificadas. De estas 70 son de distribución restringida, sólo se protegen en áreas de conservación a 19, aunque se protege a

las 19 especies de distribución amplia (Reyes-Castillo, 1990).

Los dípteros están representados por 100 familias y cerca de 10000 especies. Son mucho más diversos en las zonas tropicales que en el Norte del país.

Como pasa con muchos otros organismos, debido a que los dípteros del norte se comparten con los de Estados Unidos, están mejor conocidos (Hernández, com. pers.).

Los odonatos, a la fecha, están representados en México por 286 especies; en el mundo se estiman alrededor de 5000 especies (Novelo, 1990).

Orden Hymenoptera, familia Formicidae. Las hormigas son uno de los grupos de animales más abundantes en ecosistemas terrestres y junto con las termitas, son los animales más abundantes en ecosistemas tropicales. Existen catálogos que incluyen las especies que ocurren en el norte de México o a la fauna en el área tropical. Las especies del centro no están en ningún catálogo. Actualmente México es el país menos conocido del Nuevo Mundo en cuanto a la fauna mirmecológica (Mackay y Mackay, 1989). Según Rojas (com. pers.), en México se presentan unos 85 géneros, a pesar de esto, se conoce muy poco de las hormigas en las zonas tropicales y sólo algunos géneros del Norte del país.

Familia Apoidea. El conocimiento de la apifauna de México es muy incompleto. Como ocurre en otros grupos zoológicos, la situación geográfica de México en un área de confluencia de dos grandes regiones, así como la gran diversidad de hábitats resultado de la compleja topografía y fisiografía, propicia la existencia de una rica y diversa fauna, que es posiblemente una de las mayores del mundo. En total están registrados 151 géneros y 1387 especies para México (Ayala y Griswold, 1988).

Otros Artropoda, no insectos como arácnidos, crustáceos o miriápodos han sido estudiados en México, pero no disponemos de información cuantitativa sobre biodiversidad o endemismos.

Phylum Annelida. Oligochaeta. El conocimiento de la oligoquetofauna terrestre de México es relativamente pobre. Para el país se han registrado 78 especies, 45 de ellas nativas. Sin embargo, se considera que posiblemente el número de especies ascienda a 400. La mayoría de las lombrices endémicas encontradas, por ejemplo en la Lacandona, son formas muy primitivas y completamente desconocidas. La selva tropical del sureste de México aparece por lo tanto como una zona relictual de especies muy importante, tanto desde el punto de vista biogeográfico como filogenético (Fragoso, manuscrito).

Los inventarios de la diversidad con que se cuenta en México aún están incompletos. Sin embargo, se pueden utilizar los grupos mejor estudiados para estimar prioridades de protección de áreas naturales.

Es posible que mucho antes de que contemos con un inventario completo, se hayan destruído muchos ecosistemas y extinguido especies de las que no conoceremos ningún detalle, ni aún su existencia. Muchas de las reservas que se han decretado han tenido como razón la presencia de alguna especie importante que se ha detectado en peligro de extinción. Gracias a esas especies se han protegido los hábitats de muchas otras especies. La conservación, en este sentido, difiere de otras ciencias biológicas en que es "una disciplina de crisis" en la que los conservacionistas tienen que actuar, aún antes de conocer todo lo relacionado con el problema, y debe reconocerse que han hecho contribuciones importantes al diseño y manejo de áreas protegidas, aunque aún insuficientes.

Debido a la extensa destrucción de hábitats y la probable destrucción de especies aún no conocidas, la prioridad actual es conservar lo que quede y en el estado en el que esté.

Es necesario hacer inventarios antes y después de decretar zonas protegidas. En grupos donde el inventario está casi completo (aves, mamíferos) los investigadores no deben concentrarse en coleccionar más especímenes, sino en contestar preguntas tales como la distribución, abundancia, estado de estos organismos y ecología.

## CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD DE MEXICO

a) Areas naturales protegidas. En México se ha establecido un sistema nacional de áreas naturales protegidas (SINAP) conformado por nueve categorías: reservas de la biosfera, las reservas especiales de la biosfera, parques nacionales, monumento natural, parques marinos nacionales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna silvestre y acuáticas, parques urbanos y zonas sujetas a conservación ecológica (SEDUE, 1989).

El análisis de los datos indica que las 8 reservas de la biosfera reconocidas por SEDUE (1989; no se incluyen El Cielo, Tamaulipas, ni El Triunfo, Chiapas, en el documento), constituyen el 78% del territorio protegido, pero representan solo el 2.25% de la superficie de México. Las 13 reservas especiales de la biosfera representan el 9% de las áreas protegidas y los 44 parques nacionales el 12%, pero estas dos últimas categorías juntas son tan solo el 0.58% de la superficie del país (véase Anexo 2).

Las reservas de la biosfera reconocidas por la UNESCO, previo análisis de la IUCN y aprobación del Bureau del Consejo Internacional de Coordinación del Programa MAB-UNESCO, son: La Michilia, Mapimí, Sierra de Manantlán, Montes Azules, Sian Ka'an y El Cielo. Estas reservas representan únicamente el 0.61% de la superficie de México.

La creación de áreas protegidas no resuelve el problema de la conservación por si misma. En muchos casos lo indicado para salvar especies amenazadas es proponer manejos adecuados a las condiciones socio-culturales y económicas de la región. Un buen ejemplo es la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango, donde investigadores y ejidatarios han establecido una estrecha colaboración. Esta reserva se creó para conservar un área representativa del Desierto Chihuahuense, evitando así que se extinguiera la tortuga del desierto (*Gopherus flavomarginatus*), especie endémica y en peligro. Esta reserva no fue cercada ni fueron suspendidas las actividades humanas dentro de su extensión. Al contrario, la participación de la comunidad local ha sido decisiva para el desarrollo de una serie de investigaciones orientadas a la optimización del uso de los recursos naturales y para que los habitantes del lugar rescataran su interés en conservar su patrimonio natural (Halffter, 1984 a y b; Halffter, 1988 a; Maury et al., 1990).

En muchos lugares no es factible que se creen reservas de la biosfera o áreas protegidas de cierta extensión (>10000 ha, aunque para propósitos de conservación conviene contar con, al menos, unas 200000 ha), pero existen paisajes formados de parches de vegetación con diferentes grados de perturbación, interconectados mediante flujos de animales, propágulos, nutrientes, agua y energía. Algunos



de los parches menos perturbados deben

conservarse y los ambientes degradados que están deforestados o erosionados debido a actividades humanas impropias se deben restaurar ecológicamente.

Estudios recientes indican que la conservación de la biodiversidad puede partir aún de áreas perturbadas como los potreros, donde árboles de selva

remanentes sirven para promover la regeneración de la vegetación (Guevara, 1986) o de los bordes de selva, los que, además, tienen una importancia

ecológica al proteger a la selva de las condiciones ambientales del potrero adyacente (Williams-Linera, 1990).

En cada región se deben conocer y proteger las islas de vegetación natural que aún queden en pie. El gobierno local, las agrupaciones civiles y los

especialistas se deben comprometer a proteger esos últimos reductos de la biodiversidad de cada región. La ecología de la restauración provee el marco de

referencia para el estudio y reconstrucción de comunidades y ecosistemas. La ecología de la restauración toma el reto de estudiar áreas perturbadas y podría

convertirse en una opción viable con implicaciones importantes tanto para manejo como para conservación. Existen proyectos en marcha, como el de

Soberón (1990) en el Ajusco, que se podrían implementar en muchas regiones de México y complementarse con la conservación ex situ en jardines

botánicos.

b) Conservación ex situ. Obviamente, el mejor espacio para la conservación de las especies son sus comunidades biológicas y hábitats. Sin embargo, la

aplicación de métodos ex situ podría representar una amortiguación de la extinción final de muchas especies, tanto vegetales como animales, y podría servir

para promover reintroducciones en áreas naturales protegidas, las cuales podrían servir como fuentes de futura expansión (Ashton, 1988; Seal, 1988).

La conservación es ya, muy apropiadamente, reconocida como una actividad principal para los jardines botánicos, tanto en programas de investigación como

educativos. Por ejemplo, en el Jardín Botánico Clavijero, del Instituto de Ecología (Xalapa, Ver.) se tiene la más completa colección de cicadaceas en

Latinoamérica. Estas plantas están en peligro de extinción debido a la destrucción de su hábitat y a colectas ilegales. Se piensa que los jardines botánicos

pueden jugar un papel importante en su conservación, estudiando problemas como el de compleja polinización: si los polinizadores específicos no son

conservados, la reintroducción de las cicadáceas en áreas naturales será fútil (Vovides, 1991).

Las colecciones de plantas vivas registradas y etiquetadas, la investigación, el rescate de especies amenazadas o en peligro de extinción y la preservación de

colecciones de plantas vivas, hacen que los jardines botánicos jueguen un papel único en la conservación ex situ. Desafortunadamente, en México hay sólo 13

jardines botánicos catalogados (Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, 1988).

La gente en todo lugar debe tomar conciencia de la importancia de la pérdida de la diversidad no solo en selvas tropicales, costas y otras regiones

ecológicamente definidas, sino también en regiones delineadas demográficamente como áreas de urbanización. Los jardines botánicos y las áreas de

vegetación protegidas, así como zoológicos donde se mantengan especies mexicanas, endémicas y amenazadas, son los lugares apropiados para la educación

ambiental de los ciudadanos.

## BIBLIOGRAFIA

- Alcérreca, C., J. J. Consejo, O. Flores, D. Gutiérrez, E. Hentschel, M. Herzig, R. Pérez-Gil, J. M. Reyes y V. Sánchez-Cordero. 1988. Fauna Silvestre y Areas Naturales Protegidas. Universo Veintiuno, México, D. F. 193 p.
- Allen, T. F. H. y T. B. Starr. 1982. Hierarchy. Perspectives for ecological complexity. The University of Chicago Press. Chicago, 310 pp.
- Arenas-Fuentes, V, H. Espinoza, P. Fuentes, M. T. Gaspar y S. Toral. 1988. Diversidad ictiológica en México. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec, Morelos. pp. 13.
- Ashton, P. A. 1988. Conservation of biological diversity in botanical gardens. In: E. O. Wilson (Ed.) Biodiversity. National Academy Press, Washington, D. C. pp:269-278.
- Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A. C. 1988. Catálogo de los Jardines Botánicos Mexicanos. INIREB. Xalapa, Ver.
- Ayala, R. y T. L. Griswold. 1988. Las abejas silvestres de México (Hymenoptera; Apoidea). Estado actual de su conocimiento. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec, Morelos. pp. 11.
- Beetle, A. A. 1987. Noteworthy grasses from Mexico XIII. Phytologia 63(4):209-297.
- Conservation International. 1990. Tropicus. Wealth of plants and animals unites "Megadiversity" countries. Quaternary Report. Vol. IV. Num. 1.
- Dávila, P. 1990. Análisis del conocimiento actual de las gramíneas en México. XI Congreso Mexicano de Botánica. 30 Septiembre - 5 Octubre, 1990. Oaxtepec, Morelos.
- Delgadillo, C. 1988. Diversidad florística en bryoflora mexicana. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec, Morelos. pp. 14.
- Flores, O. y P. Gerez. 1988. Conservación en México: Síntesis sobre Vertebrados Terrestres, Vegetación y Uso del Suelo. INIREB. México, D. F. 302 p.
- Fragoso, C. Las lombrices de tierra (Oligochaeta, Annelida) de la Península de Yucatán. D. Navarro y J. Robinson (Eds.) Diversidad biológica en Sian Ka'an, Quintana Roo, México. (en prensa).
- Guevara, S. 1986. Remnant forest trees: a traditional practice in tropical agriculture. In: S. Guevara. Plant species availability and regeneration in mexican tropical rain Forest. Acta Universitatis Upsaliensis. Uppsala, Suecia.
- Guzmán, G. 1990. La diversidad micológica en los bosques de México y su importancia en el equilibrio ecológico. Simposio Biodiversidad de México-Conservación de la Selva en Mesoamérica. Diciembre 10-13, 1990. Xalapa, Ver.
- Halffter, G. 1984a. Las reservas de la biósfera: conservación de la naturaleza para el hombre. Acta Zool. Mex. (n.s.) 5: 1-50.
- Halffter, G. 1984b. Conservation, development and local participation. In: Castri, F., F. W. G. Baker y M. Hadley (eds.) Ecology in Practice. Tycooly International Publishing Limited, Dublin. Vol. 1: 428-436.
- Halffter, G. 1988a. El concepto de reserva de la biósfera. In: (ed.) Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. 290 pp., 2 mapas. Instituto de Ecología, México.
- Halffter, G. 1988b. Conservación in situ: una política para países intertropicales en desarrollo. In: El futuro del Hombre en la Naturaleza. 139 pp. Instituto de Ecología, México.
- Halffter, G., P. Reyes-Castillo, M. E. Maury, S. Gallina y E. Ezcurra. 1980. La conservación del germoplasma: soluciones en México. Folia Entomol.

- Méx. 46: 29-64.
- Hernández, V. 1990. Ahí viene la plaga... ICYT 12(164):33-37.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54:427-432.
- Janzen, D. H. 1988. The most endangered major tropical ecosystem. In: E. O. Wilson (Ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C. pp:130-137.
- Katzman, M.T. y M.G. Cale. 1990. Tropical forest preservation using economic incentives. *Bioscience* 40 (11): 827-832.
- Llorente, J. 1990. Taxonomía de insectos en México. ICYT 12(164):61-64.
- Llorente, J. y Martínez, A. L. 1988. La diversidad y conservación de las mariposas en México: los Papilionidae (Lepidoptera; Papilionoidea). Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec, Morelos. p. 10-11.
- Mackay, W. P. y E. E. Mackay. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Memoria I. Oaxtepec, Morelos.
- Maury, M. E., N. Millán, G. Aguirre y P. Reyes-Castillo. 1990. Reserva de la Biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología, OREALC-UNESCO.
- May, R.M. 1989. How many species are there on Earth? *Science* 241:1441-1448.
- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. In: E. O. Wilson (Ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C. pp:145-154.
- Morón, M. A. 1984. Escarabajos. 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología. México, D. F. 131 pp.
- Morón, M. A. 1990. Escarabajos y las plantas cultivadas. ICYT 12(164):48-53.
- Noss, R. F. y L. H. Harris. 1986. Nodes, networks, and MUMs: preserving diversity at all scales. *Environmental Management* 10(3):299-309.
- Novelo, R. 1990. Los "dragones del aire". ICYT 12(164):40-47.
- Palacios-Rios, M. 1990. Avances sobre el conocimiento de la pteridoflora mexicana. XI Congreso Mexicano de Botánica. 30 Septiembre - 5 Octubre, 1990. Oaxtepec, Morelos.
- Ramírez-Pulido, J. y C. Mädespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia* 38:49-67.
- Ramos, M. A. 1987. La diversidad biológica en México. Identificación de prioridades nacionales. Manuscrito. 215 p.
- Reyes-Castillo, P. 1990. Los coleóptero Passalidae de los bosques tropicales mesoamericanos. Simposio Biodiversidad de México - Conservación de la Selva en Mesoamérica. Diciembre 10-13, 1990. Xalapa, Ver.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Editorial Limusa, México, D. F. 432 pp.
- Rzedowski, J. y E. Ezcurra. 1986. Una nueva especie de *Haplopappus* (Compositae) de las dunas del noroeste de Sonora. *Ciencia Interamericana* 26:16-18.
- Rzedowski, J. 1988. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec Morelos. p. 6.
- Seal, U. S. 1988. Intensive technology in the care of ex situ populations of vanishing species. In: E. O. Wilson (Ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C. pp:289- 295.
- SEDUE. 1989. Información básica sobre las áreas naturales protegidas de México. 82 pp.
- Soberón, J. 1990. Restauración ecológica del arte a la ciencia. Simposio Biodiversidad de México - Conservación de la Selva en Mesoamérica. Diciembre 10-13, 1990. Xalapa, Ver.
- Soto, M. A. y S. Castillo. 1988. Análisis de la distribución de las orquídeas de México. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre,

1988. Oaxtepec Morelos. pp. 47-48.
- Sousa, M. y A. Delgado. 1988. Fitogeografía de las leguminosas de México. Su estructura y posibles orígenes. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec Morelos. pp. 17-18.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81:17-30.
- Toledo, V. M., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. *La Producción Rural en México: alternativas ecológicas*. Fundación Universo Veintiuno, México, D. F.. 402 p.
- Turner, B. y G. Nesom. 1988. La familia Asteraceae de México. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec Morelos. p. 17.
- Villa Real, L. y J. Pérez-Moreno. 1988. Los myxomycetes, parte de la diversidad biológica en México. Simposio Diversidad Biológica de México. 3-7 Octubre, 1988. Oaxtepec, Morelos. p. 51.
- Vovides, A. 1991. Insect symbionts of some mexican cycads en their natural habitat. *Biotropica* 23. (en prensa).
- Wilson, E. O. 1988. The current state of biological diversity. In: E. O. Wilson (Ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C. pp:3-18.
- Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78:356-373.
- Zavala, F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo* 16(95):43-51.

ANEXO 1 [no incluido] (1) Wilson, 1988. (2) Guzmán, 1990. (3) Villa-Real y Pérez-Moreno, 1988. (4) Delgadillo, 1988. (5) Palacios-Rios, 1990. (6) Conservation International, 1990. (7) Fragoso, en prensa y com. pers. (8) Llorente, 1990. (9) Rojas, com. pers. (10) Ayala y Griswold, 1988. (11) Morón, com. pers. (12) Hernández, com. pers. y 1990. (13) Novelo, 1990. (14) Toledo, 1988. (15) Flores y Gerez, 1988.